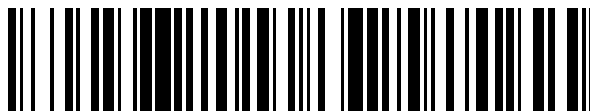


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 634**

21 Número de solicitud: 201500386

51 Int. Cl.:

**H01P 5/12** (2006.01)

**G02B 6/38** (2006.01)

12

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**21.05.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**05.01.2016**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA (100.0%)**  
**Pabellón de Gobierno, Avda. de los Castros s/n**  
**39005 Santander (Cantabria) ES**

72 Inventor/es:

**MEDIAVILLA SÁNCHEZ, Ángel;**  
**TAZÓN PUENTE, Antonio;**  
**CANO DE DIEGO, Juan Luis y**  
**DRAGAS, Sasa**

54 Título: **Divisor/combinador bi-modal de potencia en guía de onda**

57 Resumen:

Divisor/combinador bi-modal de potencia en guía de onda, configurado para separar/combinar en: una señal electromagnética, en al menos/-al menos: cuatro señales electromagnéticas, que comprende:

- un puerto de entrada/salida y al menos cuatro puertos de salida/entrada;
- dos placas (101, 102) metálicas paralelas, donde al menos una de dichas placas (101, 102) presenta una cavidad (103) con un muro lateral (403) a lo largo de su contorno;
- al menos cinco aberturas (201, 202), situadas en al menos una de las dos placas (101, 102) configuradas para conectar una guía de onda al divisor/combinador;
- al menos cinco secciones adaptadoras (301, 302) metálicas confinadas en el espacio cerrado por la al menos una cavidad (103), ancladas a una de las dos placas (101, 102), y enfrentadas a las aberturas (201, 202); donde cada corte perpendicular realizado a dichas secciones adaptadoras (301, 302) con respecto a su eje axial es variable.

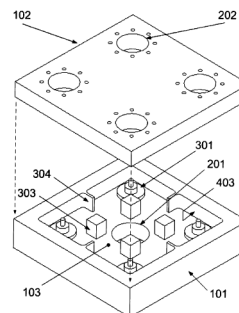


FIGURA 1

**DESCRIPCIÓN****DIVISOR/COMBINADOR BI-MODAL DE POTENCIA EN GUÍA DE ONDA****CAMPO DE LA INVENCION**

5

La presente invención pertenece al campo de los dispositivos en guía de onda, y en particular al campo de los divisores/combinadores bi-modales de potencia en guía de onda, y con las redes de conformado de haz.

10

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

15

20

Un divisor/combinador de potencia bi-modal de dos puertos de salida, es un dispositivo que forma parte esencial de un sistema de alimentación de antena, y se utiliza preferentemente para separar/combinar en: una señal electromagnética de entrada/salida, que propaga al menos dos modos polarizados ortogonalmente, en/- dos señales electromagnéticas de salida/entrada, cada una de las cuales propaga al menos dos modos polarizados ortogonalmente. En la práctica es un dispositivo con tres puertos físicos en guía de onda (1 puerto de entrada y 2 puertos de salida, o viceversa), donde cada puerto físico transmite, al menos, dos señales electromagnéticas orientadas ortogonalmente. Esto significa que esta estructura de tres puertos físicos tiene, al menos, seis puertos eléctricos.

25

30

Actualmente, existen diferentes divisores/combinadores de potencia bi-modales, comprendiendo todos ellos tres puertos físicos: F. Alessandri et al. "A new class of dual-mode directional couplers for compact dual-polarization beam-forming networks", *IEEE Microwave and Guided Wave Letters*, vol. 7, no. 9, Sept. 1997; F. Alessandri et al. "Enhanced dual polarization directional coupler for dual polarization beam forming networks", *IEEE MTT-S Int. Microw. Symp. Digest, Boston, USA, June 2000*; o N.J.G. Fonseca et al. "Design of a waveguide dual-mode three-way power

*divider for dual-polarization beam forming networks at Ka-band”, IEEE Antennas and Prop. Society Int. Symp (APSURSI), Orlando, USA, July 2013.*

Estas estructuras utilizan el concepto de acoplo direccional entre dos guías de onda de sección cuadrada para formar un divisor/combinador de potencia con tres puertos físicos. Dichas guías de onda bi-modales cuadradas se acoplan mediante ranuras rectangulares alineadas que están diseñadas para permitir el paso de la señal electromagnética de una guía principal a una guía secundaria. Sin embargo, el ancho de banda de este tipo de estructuras depende principalmente del número de secciones de acoplo, es decir, del número de ranuras rectangulares y, por tanto, de la longitud total del divisor de potencia. Ello conlleva que el ancho de banda fraccional que se obtiene para estas topologías no supere el 10%, debido a las limitaciones en tamaño y coste de fabricación, lo cual es crítico en las modernas redes de conformado de haz de antena.

Además, y debido a que estas estructuras presentan únicamente tres puertos físicos, se hace necesario encadenar estructuras similares tal que el divisor/combinador presente diferentes niveles  $N$ . Sólo de esta forma, es posible obtener un número de salidas (o de entradas, en el caso del combinador) igual a  $2^N$ . Sin embargo, de esta manera se incrementa drásticamente la longitud total del sistema de alimentación de antena.

Por tanto, un divisor de potencia bi-modal mejorado sería ventajoso y, en particular, uno que tuviese división hacia al menos cuatro puertos, buenas características electromagnéticas, tamaño compacto, una topología adecuada para obtener, a través de una interconexión dedicada de  $N$ -niveles, un gran número de puertos de salida, y una fácil fabricación.

## RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención trata de resolver los inconvenientes mencionados anteriormente mediante un divisor/combinador bi-modal de potencia en guía de onda, que permite 1)

separar una señal electromagnética, en al menos cuatro señales electromagnéticas; y 2) combinar en una señal electromagnética, al menos cuatro señales electromagnéticas, de tal forma que cada señal electromagnética mencionada propaga al menos dos modos ortogonales polarizados lineal o circularmente.

5

Concretamente, en un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un divisor/combinador bi-modal de potencia en guía de onda, configurado para a) separar una señal electromagnética, en al menos cuatro señales electromagnéticas y b) combinar en una señal electromagnética, al menos cuatro señales electromagnéticas, de tal forma que cada señal electromagnética propaga al menos dos modos ortogonales polarizados lineal o circularmente, que comprende:

10

- al menos cinco puertos: un puerto de entrada y al menos cuatro puertos de salida, si funciona como divisor; y al menos cuatro puertos de entrada y un puerto de salida, si funciona como combinador;

15

- dos placas metálicas sustancialmente paralelas entre sí, donde al menos una de dichas dos placas presenta una cavidad con un muro lateral a lo largo de su contorno, y tal que las dos placas se unen mediante elementos de sujeción, cerrando herméticamente el espacio formado entre ambas placas por la al menos una cavidad;

20

- al menos cinco aberturas, tantas como puertos de entrada y salida comprende el divisor/combinador, situadas en al menos una de las dos placas y confinadas en el espacio conformado por la al menos una cavidad, tal que cada una de dichas aberturas está configurada para conectar una guía de onda al divisor/combinador;

25

- tantas secciones adaptadoras metálicas confinadas en el espacio cerrado por la al menos una cavidad y ancladas a una de las dos placas como aberturas y puertos de entrada y salida presenta el divisor/combinador, donde cada sección adaptadora se sitúa enfrentada a una abertura; donde cada sección adaptadora y su abertura enfrentada se encuentran en placas diferentes; donde cada corte perpendicular realizado a dichas

30

secciones adaptadoras con respecto a su eje axial es variable; y donde dichas secciones adaptadoras dividen y recombinan las señales electromagnéticas de entrada y salida de forma selectiva con el modo ya que están configuradas para encaminar una señal electromagnética existente dentro de la al menos una cavidad hacia la salida correspondiente.

En una posible realización, el divisor/combinador comprende cinco puertos: un puerto de entrada y cuatro puertos de salida, si funciona como divisor; y cuatro puertos de entrada y un puerto de salida, si funciona como combinador; y además comprende cinco aberturas y cinco secciones adaptadoras.

En una posible realización, sólo una de las dos placas presenta cavidad, siendo la superficie de la placa restante que se encuentra en contacto con la placa con cavidad, sustancialmente plana.

En una posible realización, una de las aberturas se sitúa en una de las placas y el resto de las aberturas en la placa restante. Alternativamente, todas las aberturas se sitúan en una de las placas.

En una posible realización, cada sección adaptadora tiene forma escalonada, tal que la superficie de cada corte perpendicular realizado a dicha sección adaptadora con respecto a su eje axial, presenta su máximo y su mínimo en los dos extremos, siendo máximo en el extremo que se encuentra anclado a la placa, y se va reduciendo escalonadamente a medida que se acerca a la abertura con la que se encuentra enfrentada.

En una posible realización, la forma de la al menos una cavidad, la forma y tamaño de las secciones adaptadoras y de las aberturas, y la disposición de dichas secciones adaptadoras y aberturas con respecto a los ejes de simetría de la al menos una cavidad, son simétricas e iguales, consiguiendo así un funcionamiento simétrico del divisor/combinador.

En una posible realización, la forma de la al menos una cavidad es sustancialmente cuadrada; las secciones adaptadoras son iguales en forma y tamaño, están compuestas por cilindros de diferentes radios, siendo menor cuanto más cerca se encuentra de la abertura, y se disponen de forma simétrica con respecto al centro de simetría de la al menos una cavidad; y las aberturas son circulares e iguales en tamaño, tal que la  
5        abertura de entrada en el caso de funcionar el dispositivo como divisor, o abertura de salida en el caso de funcionar como combinador, se sitúa en el centro de simetría de la al menos una cavidad, y las aberturas de salida, o de entrada si el dispositivo funciona como combinador, se disponen de forma simétrica con respecto al centro de simetría de  
10        la al menos una cavidad.

En una posible realización, el divisor/combinador comprende además un conjunto de postes configurados para actuar como supresores de resonancias, evitando así resonancias indeseadas que puedan degradar el comportamiento del dispositivo, donde  
15        cada poste se sitúa en el espacio cerrado por la al menos una cavidad, de tal forma que cada uno de sus dos extremos se encuentra en contacto con una placa diferente. En concreto, en una posible realización, el divisor/combinador comprende cuatro postes metálicos, iguales en forma y tamaño y con sección cuadrada; y una cavidad cuadrada, tal que cada poste se sitúa con respecto a sus dos postes adyacentes y con respecto a los  
20        dos laterales más cercanos de la cavidad, a una distancia de aproximadamente  $1/3$  de la longitud del lado de la cavidad, consiguiendo así un funcionamiento simétrico del divisor/combinador.

En una posible realización, el divisor/combinador comprende además un conjunto de  
25        elementos de adaptación configurados para mejorar la capacidad de adaptación y aislamiento del divisor/combinador, donde cada elemento de adaptación se sitúa en el espacio cerrado por la al menos una cavidad, y en particular en el muro lateral de dicha al menos una cavidad, y de tal forma que cada uno de sus dos extremos se encuentra en contacto con una placa diferente. En concreto, en una posible  
30        realización, el divisor/combinador comprende cuatro elementos de adaptación metálicos, iguales en forma y tamaño; y una cavidad cuadrada, donde cada elemento

de adaptación se sitúa en el muro lateral a la mitad de cada uno de los cuatro lados que forman la cavidad cuadrada, consiguiendo así un funcionamiento simétrico del divisor/combinador.

5 En una posible realización, la conexión de cada guía de onda en una abertura es tal que la señal electromagnética penetra o sale del divisor/combinador de manera sustancialmente perpendicular con respecto a las placas, y el eje de simetría de cada sección adaptadora coincide con el eje de propagación electromagnética.

10 En una posible realización, el divisor/combinador está configurado para permitir su encadenamiento, obteniendo un divisor/combinador final de  $N$  niveles y de (número de puertos de salida) <sup>$N$</sup>  salidas.

## 15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, y para complementar esta descripción, se acompaña como parte integrante de la misma, un  
20 juego de dibujos, cuyo carácter es ilustrativo y no limitativo. En estos dibujos:

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un divisor bi-modal de potencia en guía de onda, de acuerdo con una posible realización de la presente invención.

25 La figura 2 muestra una segunda vista en perspectiva del divisor bi-modal de potencia en guía de onda de la figura 1.

La figura 3 muestra una tercera vista en perspectiva del divisor bi-modal de potencia en guía de onda de las figuras 1 y 2.

30 La figura 4 muestra diferentes realizaciones de las secciones adaptadoras de un divisor

bi-modal de potencia en guía de onda.

La figura 5 muestra diferentes realizaciones de la cavidad central de un divisor bi-modal de potencia en guía de onda.

5

La figura 6 muestra una vista en perspectiva de un divisor bi-modal de potencia en guía de onda, de acuerdo con una posible realización de la presente invención.

La figura 7 muestra un divisor/combinador de 2 niveles y 16 salidas, de acuerdo con una posible realización de la presente invención.

10

## **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

En este texto, el término “comprende” y sus variantes no deben entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos.

15

Además, los términos “aproximadamente”, “sustancialmente”, “alrededor de”, “unos”, etc. deben entenderse como indicando valores próximos a los que dichos términos acompañen, ya que por errores de cálculo o de medida, resulte imposible conseguir esos valores con total exactitud.

20

Las siguientes realizaciones preferidas se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí indicadas. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención.

25

El divisor/combinador bi-modal propuesto tiene por objetivo: 1) separar una señal electromagnética, en al menos cuatro señales electromagnéticas; y 2) combinar en una

30



señal electromagnética, al menos cuatro señales electromagnéticas, de tal forma que cada señal electromagnética mencionada propaga al menos dos modos ortogonales polarizados lineal o circularmente. El término "bi-modal" se refiere de aquí en adelante a la capacidad de ciertas guías de onda huecas, como las guías de onda circulares o cuadradas, de propagar señales electromagnéticas teniendo al mismo tiempo dos polarizaciones ortogonales relacionadas con su modo de propagación fundamental.

Para simplificar la redacción de esta memoria, y debido a que el dispositivo de la invención presenta un funcionamiento bi-direccional, en determinadas ocasiones nos referiremos a él únicamente como divisor, entendiéndose el mismo funcionamiento (pero a la inversa) en el caso de realizar funciones de combinador de señales. Por lo tanto, se entiende que bajo el funcionamiento de divisor, el dispositivo presenta un puerto de entrada (por el cual se propaga la señal de entrada) y al menos cuatro puertos de salida (por cada uno de los cuales se propaga una señal de salida), mientras que en el caso de funcionar como combinador, éste presenta al menos cuatro puertos de entrada (por cada uno de los cuales se propaga una señal de entrada) y un puerto de salida (por el cual se propaga la señal de salida recombinada).

Además, en la presente invención se entiende por divisor, combinador, divisor/combinador o estructura, al dispositivo de la invención configurado para separar y recombinar señales electromagnéticas que propagan al menos dos modos polarizados ortogonalmente, en un único nivel ( $N=1$ ); no siendo necesario el encadenamiento de estructuras similares. Por lo tanto, el dispositivo de la invención es la unidad básica de funcionamiento.

A continuación se describe el divisor/combinador de la invención, de acuerdo con el esquema del mismo de las figuras 1, 2 y 3.

El dispositivo comprende dos placas 101, 102 metálicas y sustancialmente paralelas entre sí, donde al menos una de dichas dos placas 101, 102 presenta una cavidad 103 con un muro lateral 403 a lo largo de su contorno, y tal que las dos placas 101, 102 se

unen mediante elementos de sujeción, como por ejemplo tornillos, cerrando herméticamente el espacio formado entre ambas placas 101, 102 por la al menos una cavidad 103. En una posible realización, y como se muestra en las figuras 1 y 2, sólo una de las dos placas 101 presenta cavidad 103, siendo la superficie de la placa 102 restante que se encuentra en contacto con la placa 101 con cavidad, sustancialmente plana. En las figuras 1-2 y 6 se muestran las dos placas 101, 102 por separado y sin contacto, para así poder visualizar el interior de la cavidad 103; sin embargo, y tal y como se ha explicado anteriormente, durante el funcionamiento del dispositivo ambas placas 101, 102 se encuentran perfectamente selladas.

El dispositivo comprende además al menos cinco aberturas 201, 202, situadas en al menos una de las dos placas 101, 102 y confinadas en el espacio conformado por la al menos una cavidad 103. Un experto en la materia entenderá que existen tantas aberturas 201, 202 como puertos de entrada y salida presente el dispositivo. En una posible realización, y como se muestra en las figuras 1 y 2, el dispositivo presenta 1+4 puertos, situándose una de las aberturas 201 en la placa 101 que presenta cavidad 103, preferentemente en el centro de simetría de la cavidad 103, y las cuatro aberturas 202 restantes en la placa 102 sin cavidad 103. En otra posible realización, como se muestra en la figura 6, todas las aberturas 201, 202 se sitúan en una de las dos placas, en concreto, en la placa que no presenta cavidad 103. Es decir, la posición relativa entre las guías de onda de entrada y de salida puede ser en direcciones opuestas o en la misma dirección, sin que esto afecte de forma significativa al funcionamiento electromagnético.

Cada una de las aberturas 201, 202 permite conectar una guía de onda al dispositivo. Dichas guías de onda son capaces de propagar energía electromagnética con al menos dos modos polarizados ortogonalmente. Para poder soportar dos polarizaciones, y como se ha comentado anteriormente, la estructura de cada guía de onda debe ser simétrica, como por ejemplo: circular, cuadrada o rectangular. En cualquier caso, las guías de onda utilizadas quedan fuera del alcance de la presente invención.

Preferentemente, la conexión de cada guía de onda en una abertura 201, 202 debe ser tal que la señal electromagnética penetra o sale del dispositivo de manera sustancialmente perpendicular con respecto a las placas 101, 102, o lo que es lo mismo, sustancialmente perpendicular con respecto al plano que contiene a cada abertura 201, 202. Por lo tanto, todas las señales electromagnéticas de entrada y salida del dispositivo (en las figuras 1-2 y 6: 1 de entrada y 4 de salida en el caso de funcionar como divisor) son sustancialmente paralelas entre sí, siendo sus ejes de propagación sustancialmente perpendiculares con respecto a las placas 101, 102.

El dispositivo comprende además en el espacio cerrado por la al menos una cavidad 103, y ancladas a una de las dos placas 101, 102, tantas secciones adaptadoras 301, 302 metálicas como aberturas 201, 202 presenta el dispositivo.

Cada sección adaptadora 301, 302 se sitúa enfrentada a una abertura 201, 202, tal que cada sección adaptadora 301, 302 y su abertura 201, 202 enfrentada se encuentran en placas 101, 102 diferentes, y tal que preferentemente el eje de simetría de cada sección adaptadora 301, 302 coincide con el eje de propagación electromagnética. En una posible realización, y como se muestra en las figuras, el dispositivo presenta cinco aberturas 201, 202, y por lo tanto cinco secciones adaptadoras 301, 302.

Un experto en la materia entenderá que la forma de las secciones adaptadoras 301, 302 debe ser tal que permita obtener un buen acoplo a la salida del dispositivo. Para ello, cada corte perpendicular realizado a dichas secciones adaptadoras 301, 302 con respecto a su eje axial es variable, siendo preferentemente mayor en el extremo en contacto con la placa que en el extremo más cercano a la abertura.

En una posible realización, cada sección adaptadora tiene forma escalonada, es decir, la superficie de cada corte perpendicular realizado a dicha sección adaptadora con respecto a su eje axial, presenta su máximo y su mínimo en los dos extremos, siendo máximo en el extremo que se encuentra en contacto con la placa, y se va reduciendo escalonadamente a medida que se acerca a la abertura con la que se encuentra

enfrentada. En las figuras 1-3 y 6 se muestran secciones adaptadoras 301, 302 compuestas por cilindros de diferentes radios (menor cuanto más cerca se encuentra de la abertura). En la figura 4 se muestran secciones adaptadoras 301 compuestas por paralelogramos de diferentes tamaños superpuestos (menor cuanto más cerca se encuentra de la abertura).

En otra posible realización, cada sección adaptadora no tiene forma escalonada, si no que la superficie de cada corte perpendicular realizado a dicha sección adaptadora con respecto a su eje axial presenta su máximo y su mínimo en los dos extremos, siendo máximo en el extremo que se encuentra en contacto con la placa, y se va reduciendo progresivamente a medida que se acerca a la abertura con la que se encuentra enfrentada. En la figura 4 se muestran posibles formas, como por ejemplo: conos o pirámides.

El funcionamiento del dispositivo, gracias a estas secciones adaptadoras 301, 302, se basa en la técnica de la unión *Turnstile* conocida en el estado de la técnica, con la salvedad de que en el estado de la técnica existente sólo es posible propagar un único modo. Para conseguir esta doble polarización en el dispositivo de la invención, el confinamiento de las secciones adaptadoras 301, 302 en el interior del espacio conformado por la al menos una cavidad 103 es clave.

Las secciones adaptadoras 301, 302 dividen o recombinan las señales electromagnéticas de entrada y salida de forma selectiva con el modo. Por ejemplo, en el caso concreto del dispositivo de las figuras 1 y 2 funcionando como divisor, con un puerto de entrada y cuatro puertos de salida, la señal de entrada electromagnética bi-modal entra en el dispositivo a través de la guía de onda conectada a la abertura 201 correspondiente. Una vez dentro, la sección adaptadora 302 situada axialmente centrada con respecto a dicha abertura 201 divide la señal electromagnética bi-modal de entrada en cuatro señales electromagnéticas bi-modales de salida, propagándolas hasta las restantes secciones adaptadoras 301, situadas axialmente centradas con respecto a las aberturas 202 de salida. Cada una de dichas cuatro secciones adaptadoras 301,

permite que una señal electromagnética predeterminada existente dentro del espacio conformado por la al menos una cavidad 103, pueda ser encaminada hacia la salida correspondiente. En las aberturas 202 de salida, se sitúan las correspondientes guías de onda, a través de las cuáles salen las cuatro señales electromagnéticas bi-modales.

5

10

15

20

25

30

Además, para conseguir un funcionamiento simétrico del dispositivo, la forma de la al menos una cavidad 103, la forma y tamaño de las secciones adaptadoras 301, 302 y de las aberturas 201, 202, y la disposición de dichas secciones adaptadoras 301, 302 y aberturas 201, 202 con respecto a los ejes de simetría de la al menos una cavidad 103, deben ser simétricas e iguales. En las figuras 1-3 y 6 se muestra una estructura de cavidad 103 sustancialmente cuadrada, aunque otras formas de cavidad 103 son posibles, como se muestran en la figura 5. Además, en las figuras 1-3 y 6 se muestran secciones adaptadoras 301, 302 iguales en forma y tamaño, compuestas por cilindros de diferentes radios (menor cuanto más cerca se encuentra de la abertura), aunque en la figura 4 se muestran otras formas posibles, como por ejemplo: conos, pirámides y paralelogramos de diferentes tamaños superpuestos (menor cuanto más cerca se encuentra de la abertura). Todas estas secciones adaptadoras 301, 302 se disponen de forma simétrica con respecto al centro de simetría de la cavidad 103. Por último, en las figuras 1-3 y 6 se muestran aberturas circulares iguales en tamaño, tal que la abertura de entrada en el caso de funcionar el dispositivo como divisor (o abertura de salida en el caso de funcionar como combinador) se sitúa en el centro de simetría de la cavidad 103, y las aberturas de salida (o de entrada si el dispositivo funciona como combinador) se disponen de forma simétrica con respecto al centro de simetría de la cavidad 103.

Por lo tanto, y para conseguir un funcionamiento simétrico del dispositivo, preferentemente la forma de la al menos una cavidad 103, la forma y tamaño de las secciones adaptadoras 301, 302 y de las aberturas 201, 202, y la disposición de dichas secciones adaptadoras 301, 302 y aberturas 201, 202 con respecto a los ejes de simetría de la al menos una cavidad 103 son simétricas e iguales. En este caso, un experto en la materia entenderá que si el divisor (o combinador) presenta 1 puerto de entrada (o salida) y  $n$  puertos de salida (o entrada), las señales electromagnéticas de salida (o

entrada) son iguales, siendo su magnitud producto de la división entre el valor de la señal de entrada (o salida) y el número  $n$  de puertos de salida (o entrada).

5 No obstante, en otra posible realización, la forma de la al menos una cavidad 103 y/o la forma y tamaño de las secciones adaptadoras 301, 302 y de las aberturas 201, 202, y/o la disposición de dichas secciones adaptadoras 301, 302 y aberturas 201, 202 con respecto a los ejes de simetría de la al menos una cavidad 103 son asimétricas y/o no iguales. Este funcionamiento asimétrico del dispositivo, que da lugar a  $n$  señales de salida (divisor) o de entrada (combinador) de diferente magnitud, puede ser interesante para diferentes aplicaciones, como por ejemplo: un divisor en donde una de las salidas se destine a ser una señal de referencia.

10 Es decir, dependiendo de la aplicación, el nivel de división desde el puerto de entrada hacia cada uno de los puertos de salida se podría desviar de los teóricos -6.02 dB mediante una simple manipulación de la simetría inherente del presente invento.

15 Preferentemente, el dispositivo comprende un conjunto de postes 303, configurados para actuar como supresores de resonancias, evitando así resonancias indeseadas que puedan degradar el comportamiento del dispositivo. En una posible realización dichos postes 303 son metálicos. En otra posible realización dichos postes 303 son dieléctricos.

20 Para conseguir un funcionamiento simétrico del dispositivo, dichos postes 303 deben ser iguales en forma y tamaño, por ejemplo con sección cuadrada o circular, además de poseer una situación simétrica con respecto a los ejes de simetría de la al menos una cavidad 103. Si por el contrario, fuese interesante un funcionamiento asimétrico del dispositivo, es suficiente con alterar algunas de las condiciones descritas.

25 Cada poste 303 se sitúa en el espacio cerrado por la al menos una cavidad 103, de tal forma que cada uno de sus dos extremos se encuentra en contacto con una placa 101, 102 diferente. En una posible realización, dicho poste es una única pieza. En otra

posible realización, dicho poste está compuesto por dos piezas, tal que cada una de ellas se une a una placa 101, 102 diferente.

En una posible realización, y como se muestra en las figuras, el dispositivo comprende  
5 cuatro postes 303 metálicos de una única pieza, iguales en forma y tamaño y con sección cuadrada; y una cavidad 103 cuadrada, tal que cada poste se sitúa con respecto a sus dos postes adyacentes y con respecto a los dos laterales más cercanos de la cavidad 103, a una distancia de aproximadamente  $1/3$  de la longitud del lado de la cavidad 103, consiguiendo así un funcionamiento simétrico del divisor/combinador.

Preferentemente, el dispositivo comprende además un conjunto de elementos de adaptación 304, preferentemente metálicos, por ejemplo con sección transversal o rectangular, configurados para mejorar la capacidad de adaptación y aislamiento del presente invento. Para conseguir un funcionamiento simétrico del dispositivo, dichos  
10 elementos de adaptación 304 deben ser iguales en forma y tamaño, además de poseer una situación simétrica con respecto a los ejes de simetría de la al menos una cavidad 103. Si por el contrario, fuese interesante un funcionamiento asimétrico del dispositivo, es suficiente con alterar algunas de las condiciones descritas.

Cada elemento de adaptación 304 se sitúa en el espacio cerrado por la al menos una cavidad 103, y en particular en el muro lateral 403 de dicha al menos una cavidad 103, preferentemente con simetría en plano-H, y de tal forma que cada uno de sus dos extremos se encuentra en contacto con una placa 101, 102 diferente.

En una posible realización, y como se muestra en las figuras, el dispositivo comprende  
25 cuatro elementos de adaptación 304, iguales en forma y tamaño; y una cavidad 103 cuadrada, donde cada elemento de adaptación 304 se sitúa en el muro lateral 403 a la mitad de cada uno de los cuatro lados que forman la cavidad 103 cuadrada, consiguiendo así un funcionamiento simétrico del divisor/combinador.

Además, en realizaciones alternativas, discontinuidades adicionales, como por ejemplo

irises, se pueden introducir dentro de la al menos una cavidad 103 para mejorar más aún el funcionamiento global del divisor/combinador.

5 El presente dispositivo permite la división/combinación de señales electromagnéticas bi-modales, comprendiendo al menos cinco puertos, preferentemente 1 puerto de entrada y 4 puertos de salida (o viceversa), y preservando unas altas prestaciones y un tamaño muy compacto (aproximadamente  $3\lambda$  frente a los  $12\lambda$  de los dispositivos del estado de la técnica). Este tamaño compacto facilita la fabricación y la operación en  $N$  niveles de dimensión reducida. Por ejemplo, en el caso preferente de contar con un  
10 divisor bi-modal con 1 puerto de entrada y 4 puertos de salida, es posible, mediante el encadenamiento de divisores de estas características (unidad básica), obtener un divisor de potencia final con  $4^N$  salidas. La figura 7 muestra un ejemplo de este tipo de realización para  $N=2$ , es decir, para 16 puertos de salida. Esta última característica es particularmente ventajosa para redes de conformado de haz en sistemas de  
15 alimentación de antenas. Además, un menor tamaño implica un menor peso, y por lo tanto un menor coste.

El divisor/combinador de la invención presenta buenas características electromagnéticas y una fácil fabricación. Por ejemplo, las dos placas se pueden  
20 realizar fácilmente a partir de dos bloques de metal, mediante técnicas clásicas de fresado de control numérico, aunque métodos alternativos de mecanizado pueden ser utilizados. En principio, el componente podría ser fabricado mediante fundido del aluminio, o incluso a partir de plástico metalizado.

25 Por último, el ancho de banda obtenido con el divisor/combinador de la invención es significativamente mayor (el doble o el triple) que el obtenido con los dispositivos existentes en el estado de la técnica.



## REIVINDICACIONES

1. Divisor/combinador bi-modal de potencia en guía de onda, configurado para a) separar una señal electromagnética, en al menos cuatro señales electromagnéticas y b) combinar en una señal electromagnética, al menos cuatro señales electromagnéticas, de tal forma que cada señal electromagnética propaga al menos dos modos ortogonales polarizados lineal o circularmente, que comprende:

- al menos cinco puertos: un puerto de entrada y al menos cuatro puertos de salida, si funciona como divisor; y al menos cuatro puertos de entrada y un puerto de salida, si funciona como combinador;

- dos placas (101, 102) metálicas paralelas entre sí, donde al menos una de dichas dos placas (101, 102) presenta una cavidad (103) con un muro lateral (403) a lo largo de su contorno, y tal que las dos placas (101, 102) se unen mediante elementos de sujeción, cerrando herméticamente el espacio formado entre ambas placas (101, 102) por la al menos una cavidad (103);

- al menos cinco aberturas (201, 202), tantas como puertos de entrada y salida comprende el divisor/combinador, situadas en al menos una de las dos placas (101, 102) y confinadas en el espacio conformado por la al menos una cavidad (103), tal que cada una de dichas aberturas (201, 202) está configurada para conectar una guía de onda al divisor/combinador;

- tantas secciones adaptadoras (301, 302) metálicas confinadas en el espacio cerrado por la al menos una cavidad (103) y ancladas a una de las dos placas (101, 102) como aberturas (201, 202) y puertos de entrada y salida presenta el divisor/combinador, donde cada sección adaptadora (301, 302) se sitúa enfrentada a una abertura (201, 202); donde cada sección adaptadora (301, 302) y su abertura (201, 202) enfrentada se encuentran en placas (101, 102) diferentes; donde cada corte perpendicular realizado a dichas secciones adaptadoras (301, 302) con respecto a su eje axial es de distinta

amplitud; y donde dichas secciones adaptadoras (301, 302) dividen y recombinan las señales electromagnéticas de entrada y salida de forma selectiva con el modo ya que están configuradas para encaminar una señal electromagnética existente dentro de la al menos una cavidad (103) hacia la salida correspondiente.

5

2. Divisor/combinador de la reivindicación 1, que comprende cinco puertos: un puerto de entrada y cuatro puertos de salida, si funciona como divisor; y cuatro puertos de entrada y un puerto de salida, si funciona como combinador; y que además comprende cinco aberturas (201, 202) y cinco secciones adaptadoras (301, 302).

10

3. Divisor/combinador de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde sólo una de las dos placas (101) presenta cavidad (103), siendo la superficie de la placa (102) restante que se encuentra en contacto con la placa (101) con cavidad, plana.

15

4. Divisor/combinador de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde una de las aberturas (201) se sitúa en una de las placas (101) y el resto de las aberturas (202) en la placa (102) restante.

20

5. Divisor/combinador de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde todas las aberturas (201, 202) se sitúan en una de las placas.

25

6. Divisor/combinador de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde cada sección adaptadora (301, 302) tiene forma escalonada, tal que la superficie de cada corte perpendicular realizado a dicha sección adaptadora (301, 302) con respecto a su eje axial, presenta su máximo y su mínimo en los dos extremos, siendo máximo en el extremo que se encuentra anclado a la placa (101, 102), y se va reduciendo escalonadamente a medida que se acerca a la abertura (201, 202) con la que se encuentra enfrentada.

30

7. Divisor/combinador de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la forma de la al menos una cavidad (103), la forma y tamaño de las secciones adaptadoras (301,

302) y de las aberturas (201, 202), y la disposición de dichas secciones adaptadoras (301, 302) y aberturas (201, 202) con respecto a los ejes de simetría de la al menos una cavidad (103), son simétricas e iguales

5 8. Divisor/combinador de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la forma de la al menos una cavidad (103) es cuadrada; donde las secciones adaptadoras (301, 302) son iguales en forma y tamaño, están compuestas por cilindros de diferentes radios, siendo menor cuanto más cerca se encuentra de la abertura (201, 202), y se disponen de forma simétrica con respecto al centro de simetría de la al menos una  
10 cavidad (103); y donde las aberturas (201, 202) son circulares e iguales en tamaño, tal que la abertura de entrada en el caso de funcionar el dispositivo como divisor, o abertura de salida en el caso de funcionar como combinador, se sitúa en el centro de simetría de la al menos una cavidad (103), y las aberturas de salida, o de entrada si el dispositivo funciona como combinador, se disponen de forma simétrica con respecto al  
15 centro de simetría de la al menos una cavidad (103).

9. Divisor/combinador de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un conjunto de postes (303) configurados para actuar como supresores de resonancias, donde cada poste (303) se sitúa en el espacio cerrado por la al menos una  
20 cavidad (103), de tal forma que cada uno de sus dos extremos se encuentra en contacto con una placa (101, 102) diferente.

10. Divisor/combinador de la reivindicación 9, que comprende cuatro postes (303) metálicos, iguales en forma y tamaño y con sección cuadrada; y una cavidad (103)  
25 cuadrada, tal que cada poste se sitúa con respecto a sus dos postes adyacentes y con respecto a los dos laterales más cercanos de la cavidad (103), a una distancia de aproximadamente 1/3 de la longitud del lado de la cavidad (103).

11. Divisor/combinador de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un conjunto de elementos de adaptación (304), donde cada  
30 elemento de adaptación (304) se sitúa en el espacio cerrado por la al menos una

cavidad (103), y en particular en el muro lateral (403) de dicha al menos una cavidad (103), y de tal forma que cada uno de sus dos extremos se encuentra en contacto con una placa (101, 102) diferente.

- 5 12. Divisor/combinador de la reivindicación 11, que comprende cuatro elementos de adaptación (304) metálicos, iguales en forma y tamaño; y una cavidad (103) cuadrada, donde cada elemento de adaptación (304) se sitúa en el muro lateral (403) a la mitad de cada uno de los cuatro lados que forman la cavidad (103) cuadrada.
- 10 13. Divisor/combinador de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la conexión de cada guía de onda en una abertura (201, 202) es tal que la señal electromagnética penetra o sale del divisor/combinador de manera perpendicular con respecto a las placas (101, 102) y donde el eje de simetría de cada sección adaptadora (301, 302) coincide con el eje de propagación electromagnética.
- 15 14. Divisor/combinador de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para permitir su encadenamiento, obteniendo un divisor/combinador final de  $N$  niveles y de (número de puertos de salida) <sup>$N$</sup>  salidas.

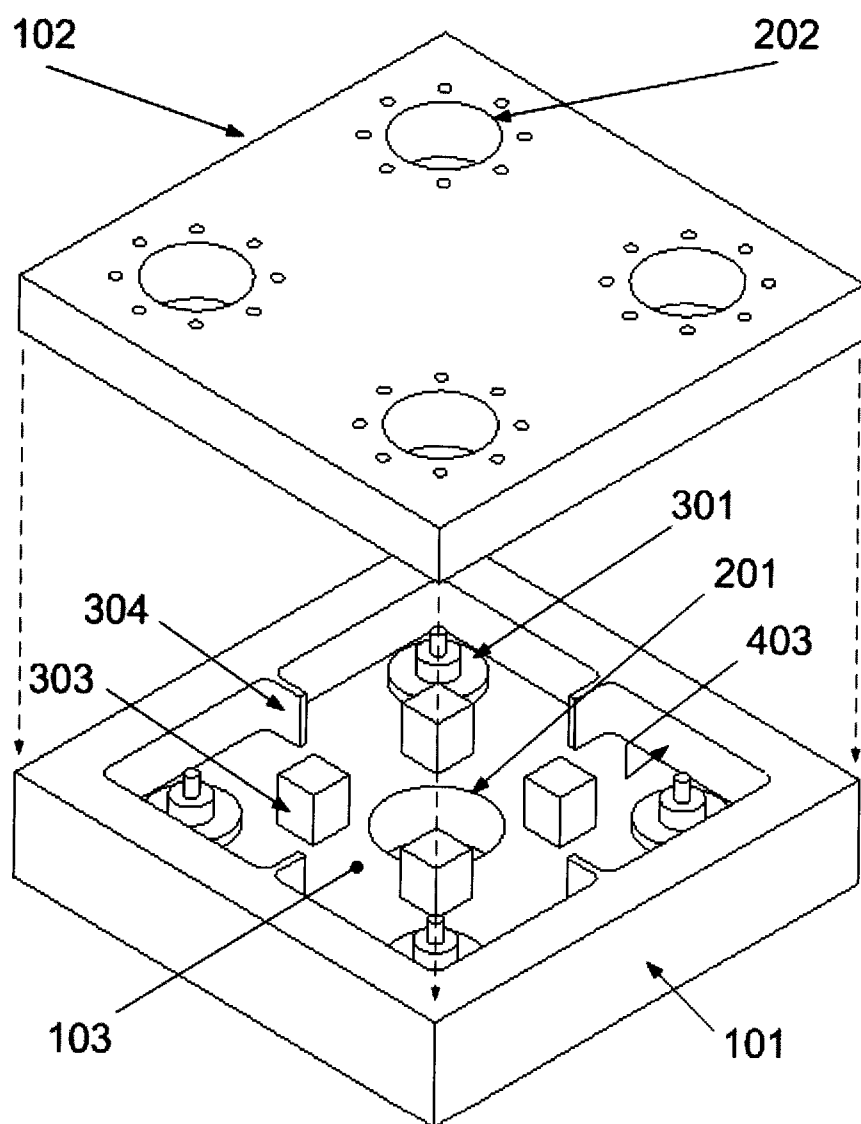


FIGURA 1

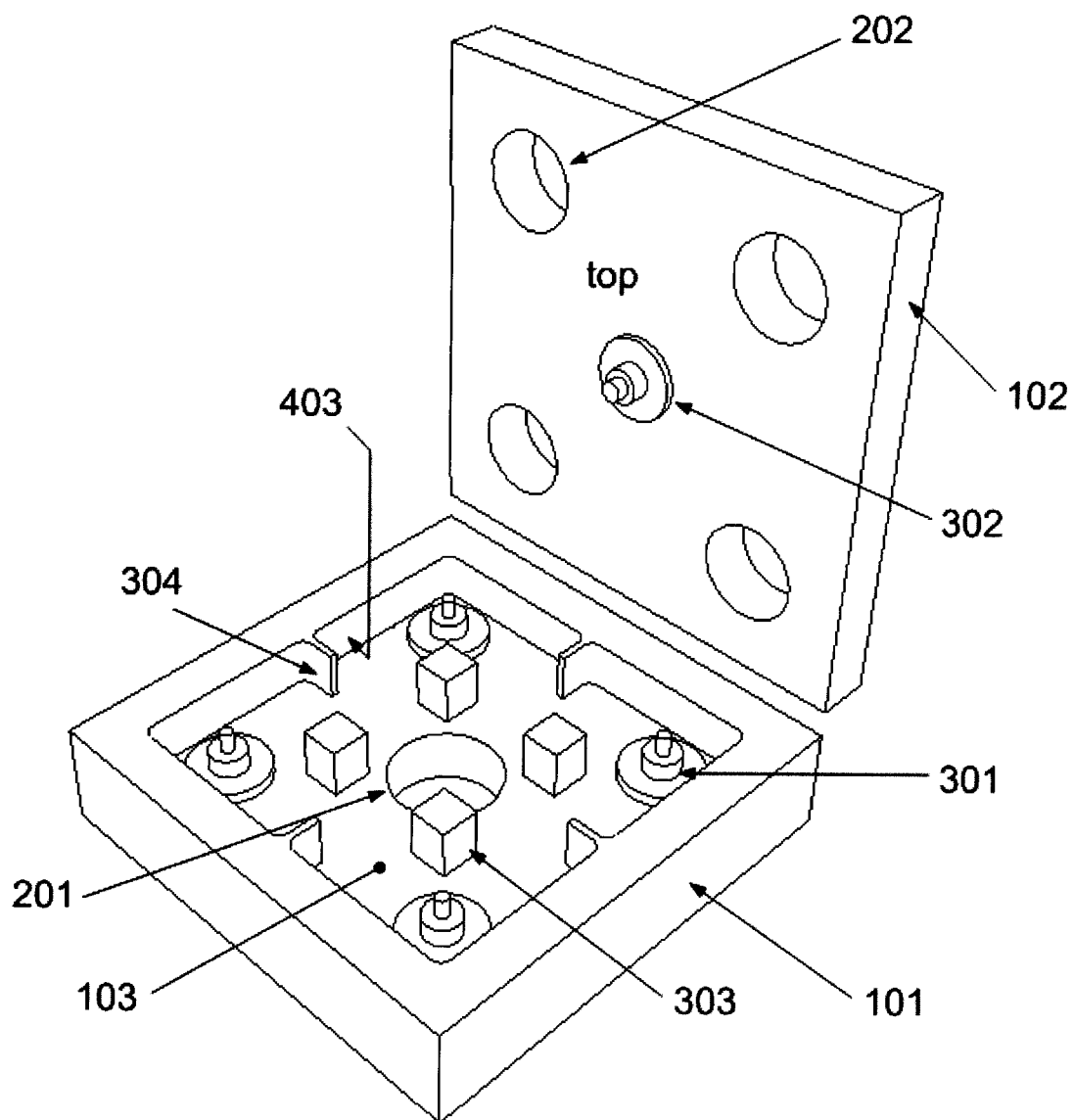


FIGURA 2

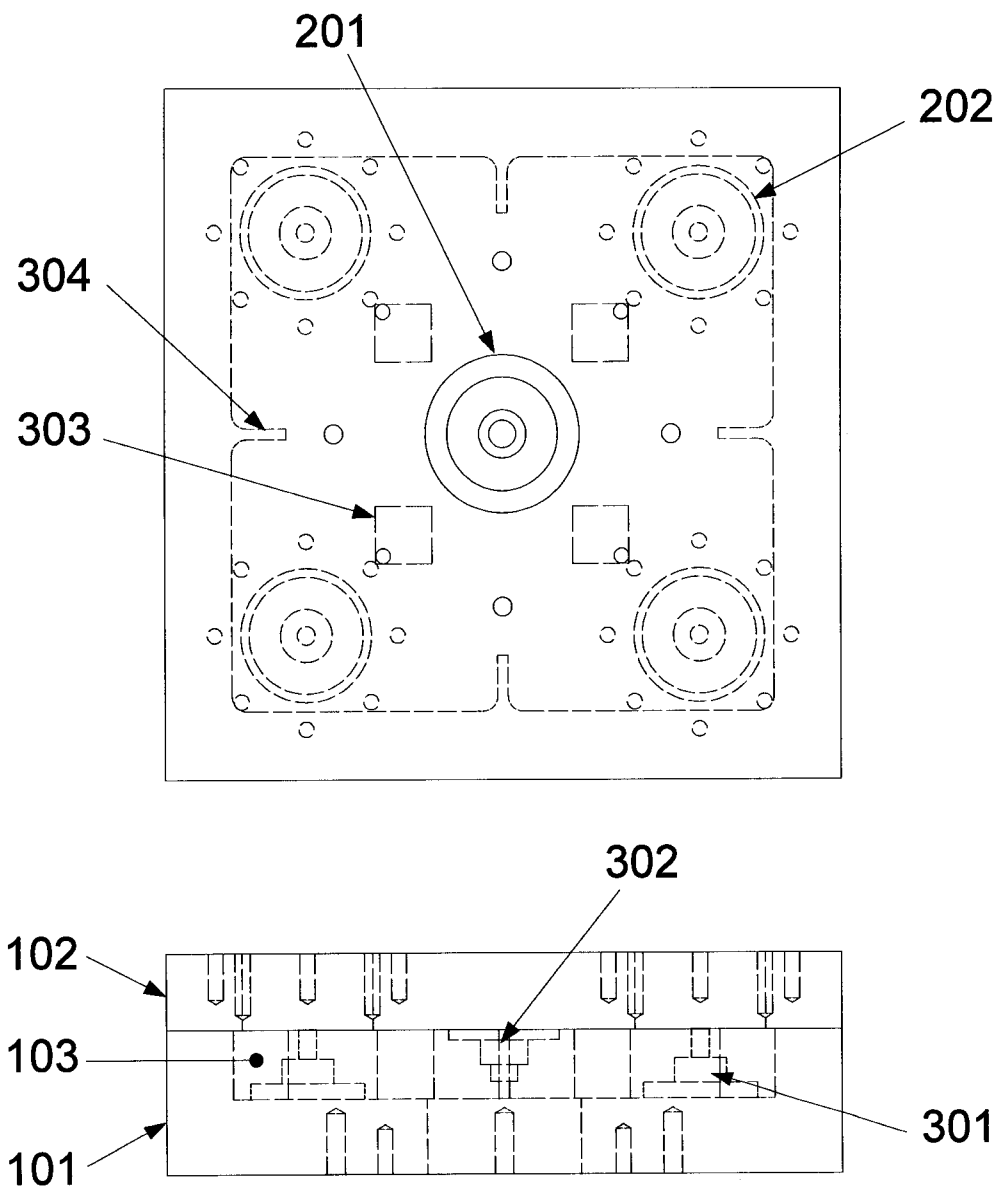


FIGURA 3

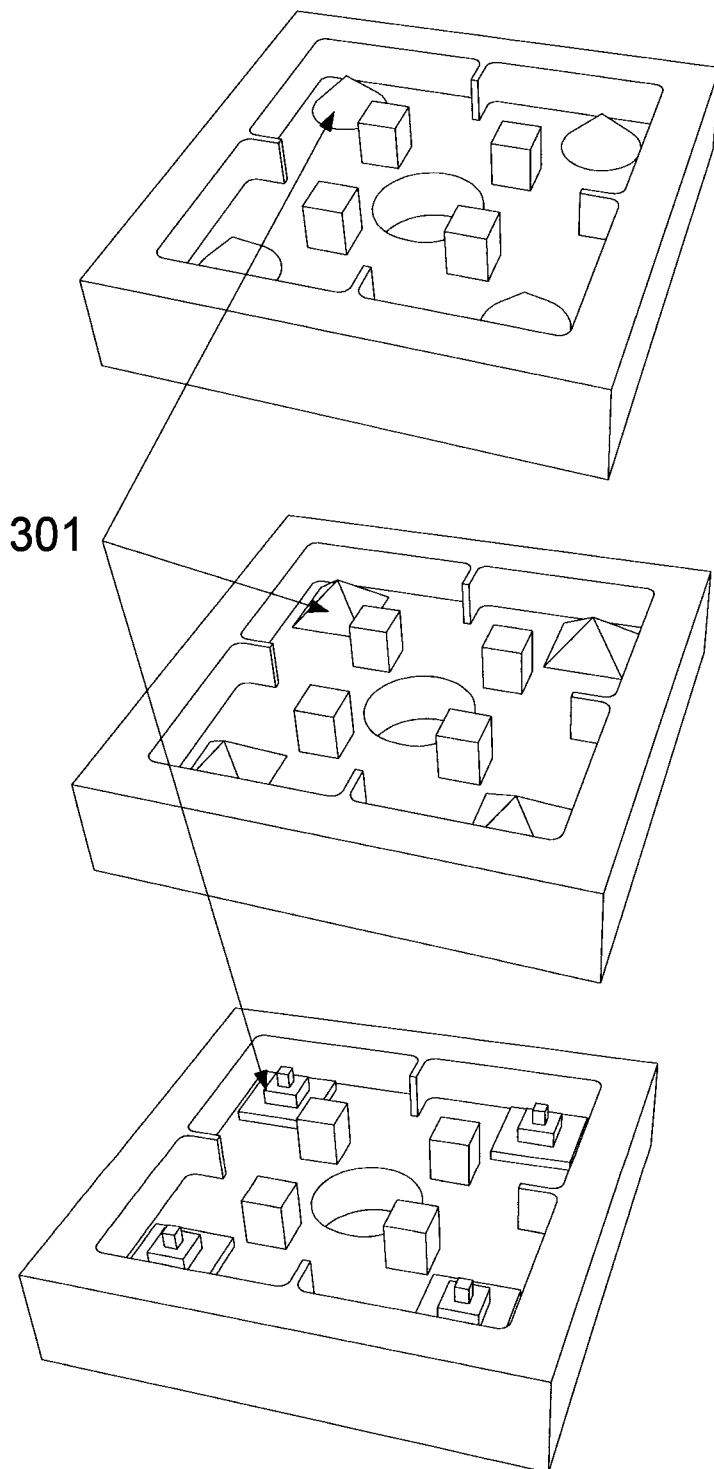


FIGURA 4



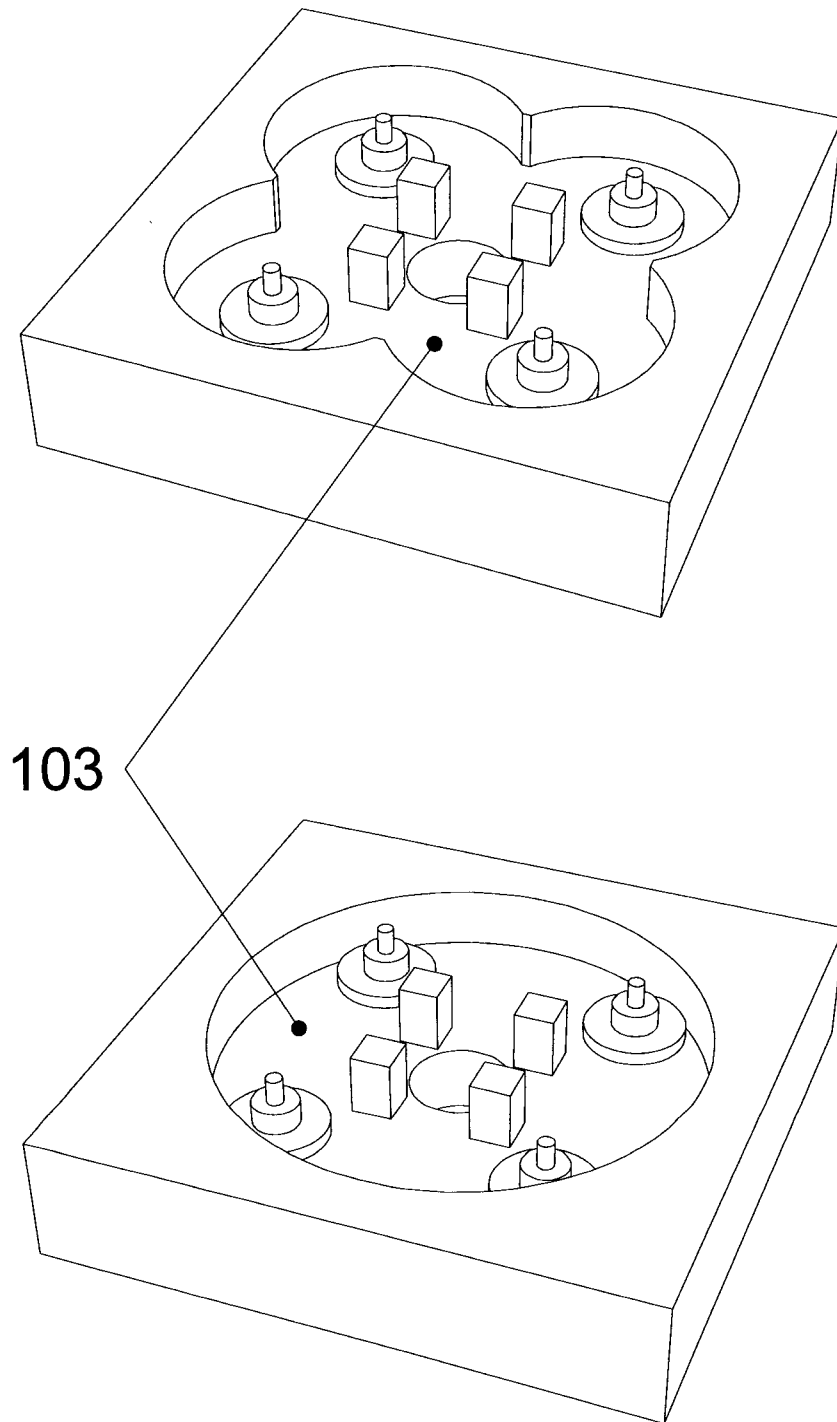


FIGURA 5

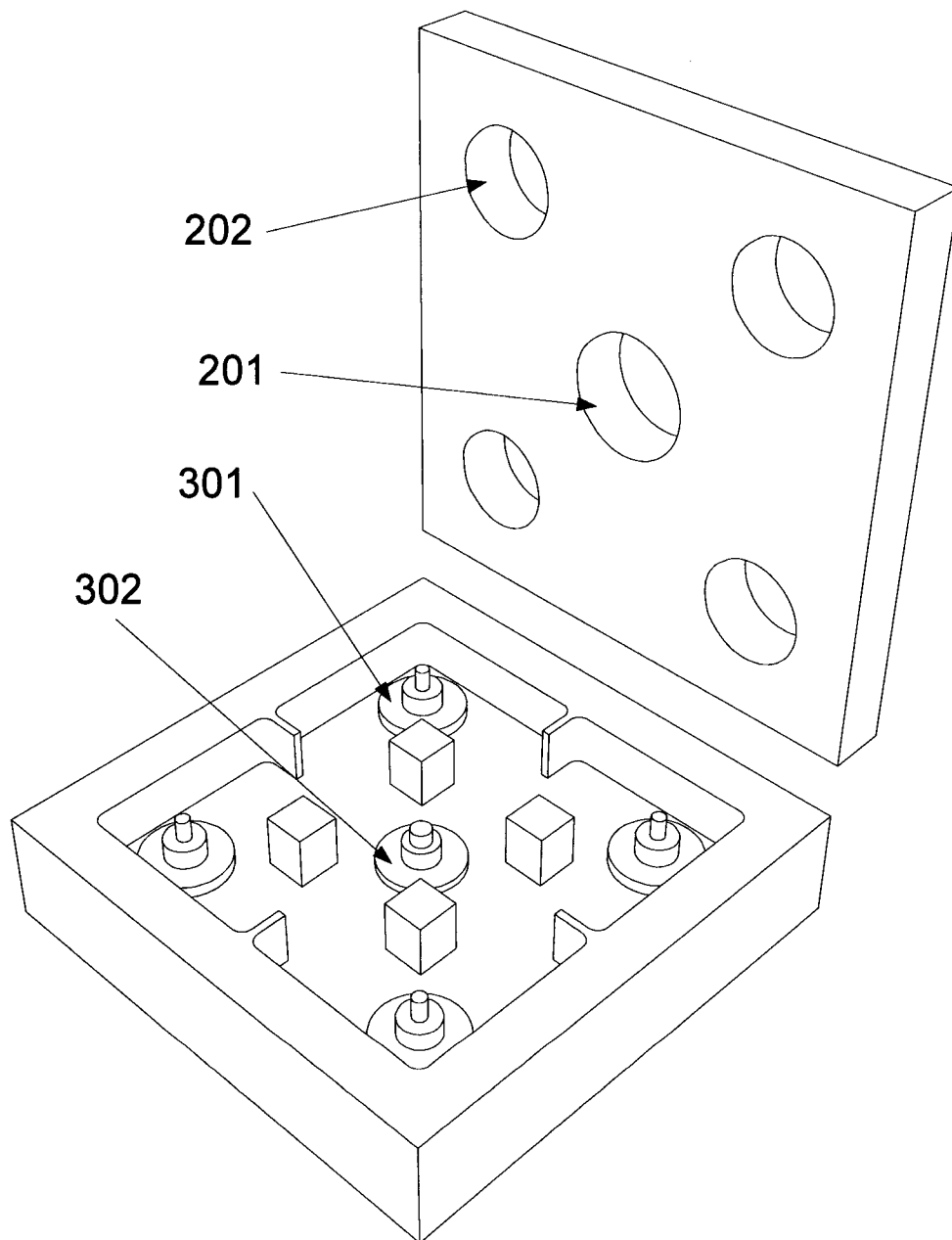


FIGURA 6

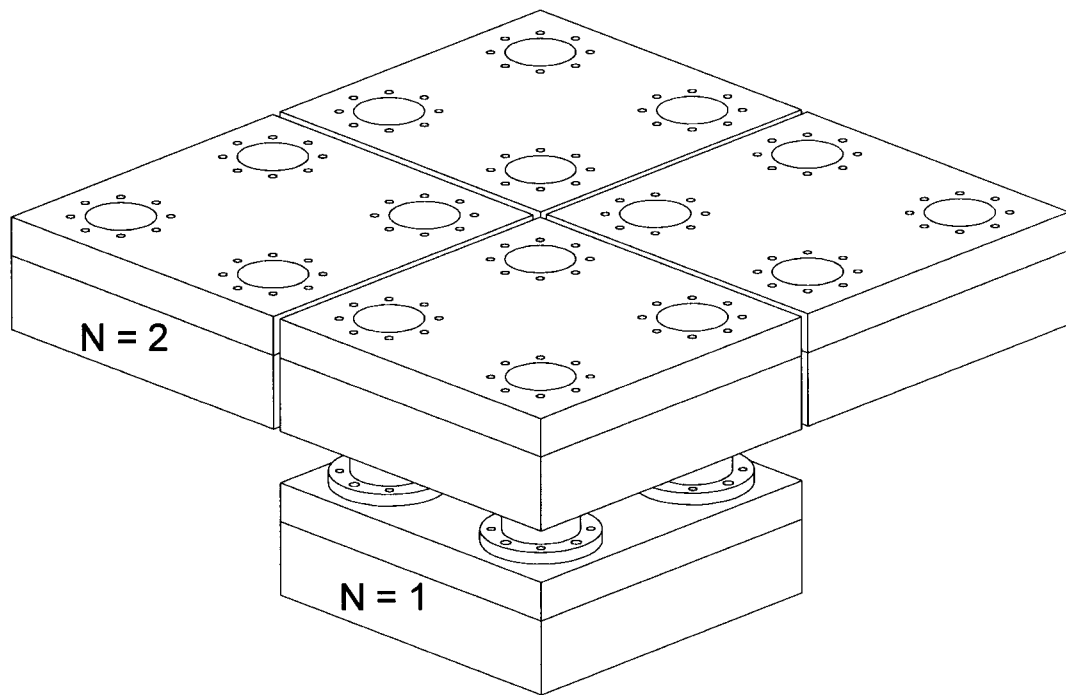


FIGURA 7



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201500386

②② Fecha de presentación de la solicitud: 21.05.2015

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **H01P5/12** (2006.01)  
**G02B6/38** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, Zhang Jian-qiong et. al., "Four-way radial waveguide power divider with high power-handling capacity", Documento recuperado de internet <URL: <a href="http://ac.els-cdn.com/S1005888510601148/1-s2.0-S1005888510601148-main.pdf?_tid=649a1412-a58a-11e5-a429-00000aab0f02&amp;acdnat=1450445131_1b9693cd3295b7a19ffde48623ee3fb8">http://ac.els-cdn.com/S1005888510601148/1-s2.0-S1005888510601148-main.pdf?_tid=649a1412-a58a-11e5-a429-00000aab0f02&amp;acdnat=1450445131_1b9693cd3295b7a19ffde48623ee3fb8</a> >, [recuperado el 21.12.2015] fecha 31.10.2011, toda la página web.	1-14
A	WO 2013189919 A1 (GAPWAVES AB) 27.12.2013, resumen; figuras; páginas 4-6,9-11,14.	1-14
A	US 2005174194 A1 (WU YOU-SUN et al.) 11.08.2005, resumen; figuras; párrafos [21-28,30-32].	1-14
A	US 2013141186 A1 (NGUYEN DOMINIC QUANG et al.) 06.06.2013, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras.	1-14
A	US 2012293274 A1 (SONG KAIJUN et al.) 22.11.2012, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras.	1-14
A	US 5132646 A (FAXON TERRY A) 21.07.1992, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras.	1-14

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
21.12.2015

Examinador  
A. López Ramiro

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01P, G02B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.12.2015

**Declaración****Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-14  
Reivindicaciones

SI  
NO

**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones 1-14  
Reivindicaciones

SI  
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications, Zhang Jian-qiong et. al., "Four-way radial waveguide power divider with high power-handling capacity", Documento recuperado de internet <URL: <a href="http://ac.els-cdn.com/S1005888510601148/1-s2.0-S1005888510601148-main.pdf?_tid=649a1412-a58a-11e5-a429-00000aab0f02&amp;acdnat=1450445131_1b9693cd3295b7a19ffde48623ee3fb8">http://ac.els-cdn.com/S1005888510601148/1-s2.0-S1005888510601148-main.pdf?_tid=649a1412-a58a-11e5-a429-00000aab0f02&amp;acdnat=1450445131_1b9693cd3295b7a19ffde48623ee3fb8</a> >, [recuperado el 21.12.2015] fecha 31.10.2011, toda la página web.	31.10.2011
D02	WO 2013189919 A1 (GAPWAVES AB)	27.12.2013
D03	US 2005174194 A1 (WU YOU-SUN et al.)	11.08.2005

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración****Reivindicación 1**

El documento más próximo entre los encontrados es D01, dicho documento presenta (toda la página web) un divisor de potencia en guía de onda, configurado para separar una señal electromagnética, en al menos cuatro señales electromagnéticas y con cinco puertos: un puerto de entrada y cuatro puertos de salida, si funciona como divisor; dos placas metálicas paralelas entre sí; cinco aberturas, tantas como puertos de entrada y salida comprende el divisor, situadas en al menos una de las dos placas.

La diferencia entre el objeto de la presente solicitud y D01 se basa en que no es un combinador además de divisor; no hay una cavidad entre las dos placas y no hay secciones adaptadores.

El efecto de dicha diferencia se basa en la posibilidad de ser usado tanto como combinador además de divisor. Además se permite la transmisión (combinación o división) de dos modos ortogonales polarizados lineal o circularmente por cada guía de onda.

El documento D02 presenta (resumen; figuras; páginas 4-6, 9-11 y 14) un dispositivo que puede funcionar como combinador o divisor (página 10) y si presenta dos placas metálicas paralelas entre sí, donde al menos una de dichas dos placas presenta una cavidad con un muro lateral a lo largo de su contorno, y tal que las dos placas se unen mediante elementos de sujeción, cerrando herméticamente el espacio formado entre ambas placas por la al menos una cavidad (103).

A su vez el documento D03 (resumen; figuras; párrafos [21-28 y 30-32]) presenta un divisor/combinador (figura 2, se indica que depende de la dirección de la señal, párrafo 21) de potencia. También presenta una cavidad (interior región) y al menos cinco puertos de entrada/salida.

Sin embargo, no se ha encontrado un documento del estado de la técnica que sólo o en combinación con otro permita alcanzar las enseñanzas de la reivindicación 1, y no parece evidente que el experto en la materia a partir de los documentos D01 a D03 extraiga las características técnicas descritas en esta reivindicación.

Por lo mencionado, la reivindicación 1 presenta novedad (Artículo 6 LP) y actividad inventiva (Artículo 8 LP).

**Reivindicaciones 2-14**

Por su dependencia con la reivindicación 1, las reivindicaciones 2-14 también presentan novedad y actividad inventiva. Por lo mencionado, las reivindicaciones 2-14 presentan novedad (Artículo 6 LP) y actividad inventiva (Artículo 8 LP).